ФИЛОСОФИЯ

УДК 165.

С.И. МАСАЛОВА

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ - КЛАССИЧЕСКАЯ ФОРМА МИНИМИЗАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ

В статье проводится анализ алгоритмизации как одной из форм формализации, выполняющей роль логико-гносеологического средства построения абстрактных объектов математики в рамках классической рациональности. Математическое теоретизированное знание рассматривается в статье в качестве объекта применимости принципов уплотнения и минимизации для диалектико-методологического анализа ее формы и содержания. В процессе уплотнения математического знания алгоритмизация представлена как форма его минимизации.
Ключевые слова: уплотнение научного знания, аккумуляция, минимизация формы знания, формализация, алгоритмизация, алгоритм, аксиоматизация.

Введение. Математическое знание обладает определенной спецификой, отличающей его от других форм знания. Она заключается в высоком уровне абстракции понятий и объектов математики, сравнимых по этому критерию с философскими объектами и категориями. Кроме того, логико-гносеологические средства построения математической теории также чрезвычайно всеобщи, абстрактны, строги как рациональные методы. Одна из особенностей и существенных характеристик научного знания - его уплотнение, связанное с минимизацией форм выражения этого знания. Эти проблемы мало разработаны в современной эпистемологии.

Постановка задачи. В статье показана специфика алгоритмизации как формы минимизации математического знания, демонстрирующей преимущества классической рациональности в процессе уплотнения научного и математического знания.

Результаты исследования и их обсуждение. Уплотнение научного знания (УНЗ) является закономерностью перехода от старой теории (или ее предпосылок) к новой. Оно не только объективно необходимо, но выполняет и эвристическую функцию. *Уплотнение* есть качественное преобразование содержания научного знания, приводящее к увеличению массы знания, концентрирующегося в логической единице. УНЗ тесно связано с аккумуляцией знания. *Аккумуляция* как процесс сохранения старого знания и преобразования нового проходит именно как процесс укрупнения логических средств обобщения. И результатом его могут быть новые понятия, законы, теории, принципы и т.д., которые обладают более высоким уровнем

абстрактности и большим масштабом действенности, т.е. обобщенностью. УНЗ сопровождается также преобразованием языка выражения знания соответственно содержанию, называемым *минимизацией* формы знания. Смысл ее заключается в интеграции или дифференциации форм выражения знания. Уплотнение связано с диалектико-методологическим и логико-гносеологическим анализом развития научного знания, минимизация - с семиотическим анализом емкости знания.

Математическая теория может быть рассмотрена в качестве объекта применимости принципов уплотнения и минимизации для диалектико-методологического анализа ее формы и содержания. Сложность математического аппарата обусловлена высоким уровнем абстрактности и общности самой математической теории и ее методов, являющихся универсальным средством формально-логического познания самых различных объектов материальной действительности.

Одним из логико-гносеологических средств построения абстрактных объектов математики является формализация – переработка содержания математического знания на основе преобразования его формы. Орудием формализации являются операции со знаками, знаковыми системами. Деятельность с объектами действительности заменяется деятельностью с символами. Формализация есть инструмент теоретического мышления человека, познающего действительность. С применением формализма обычно соотносится элиминация наглядности из содержания научной теории, когда наглядность вещественная вытесняется наглядностью специфической - знаковой.

Формализация является высшей формой абстрактного мышления. К ее специфическим отличиям относятся: символизация; аксиоматизация; алгоритмизация.

Специфическим способом формализации является *алгоритмизация.* Алгоритмизация представляет собой одну из характеристик ведущих тенденций развития современной науки, форму математизации научного знания в эпоху НТР. Однако понятие алгоритма зародилось на заре развития науки и связано с определенными моментами практической деятельности человека. Алгоритмизацию можно рассматривать в двух разновидностях: как предметную (в практической деятельности) и как алгоритмизацию знаний [1]. Основное понятие алгоритмизации означает точное предписание порядка действий, необходимых для вычисления искомого результата, исходя из совокупности наличных данных. Возникнув в недрах математики, понятие алгоритма достигло высокой степени разработанности и обоснованности применения и в настоящее время перешагнуло рамки математики, широко используется в различных науках.

Мы рассмотрим алгоритм как математическое понятие, а процесс его использования - как алгоритмизацию математического знания. Алгоритмизация представляет собой сложный процесс и сложную структуру. Элементами алгоритмического процесса являются достаточно ясные и очевидные шаги, элементарные действия. Элементами структуры алгоритмиче-

ского метода выступают предписания для выполнения этих шагов. Построение искомого объекта и его способы осуществляются с использованием абстракции потенциальной осуществимости и абстракции конструктивизации. Минимизация в своей классической форме алгоритмизации опирается на абстракцию конструктивизации: «Здесь минимизация (сокращение знаковой формы, не затрагивающее выражаемого ею содержания) связана с появлением имени, которое закрепляет выделенную средствами познавательной... деятельности систему качеств (вещь)» [2. С.51]. Высокий уровень абстрактности современной математики обусловил и высокий уровень алгоритмизации математического знания. Можно сказать, что в лице конструктивной математики представлены алгоритмизация самой математики, перестройка всего математического здания на новом фундаменте.

Алгоритмический метод научного познания использовался математикой почти с момента ее возникновения, однако методическое осуществление алгоритмического построения проведено только в XX веке представителями конструктивной математики А.Н.Колмогоровым. А.А.Марковым, Н.А.Шаниным, В.А.Успенским и др. Введение понятия алгоритма и конструктивности методов явилось одним из мощных факторов развития научного знания. Как исходные начальные данные, так и искомые конструктивные объекты должны обладать тремя основными свойствами: определенностью, массовостью, результативностью. Эти свойства характеризуют минимизацию средств научного познания и эффективность применения алгоритмических методов.

Среди различных наук математика, как и философия, обладает высочайшей степенью абстракции. Однако математика успешно служит практической деятельности человека и обладает универсальными (среди формальных) методами научного познания. Как же математике удается перейти от абстракции к практике? Здесь можно указать основные моменты: переход от теоретической математики к прикладной математике и от нее - к конкретно-научному познанию осуществляется путем алгоритмизации. Конструктивное построение абстрактных объектов математики позволяет практике «пощупать» эти объекты, вычислить их наиболее эффективно, используя в том числе и современные ЭВМ. Так, при помощи алгоритмизации осуществляется переход от абстрактного мышления к чувственному созерцанию и от него - к практике. Специфической особенностью алгоритмического метода, отличающей его от дедукции и индукции, является то, что «он доводит абстрактный мыслительный процесс до такой степени конкретности, когда абстрактно-конкретное сливается с чувственно-конкретным, а мыслительная деятельность представляется как функционально однородная с материальными процессами, происходящими в вычислительной машине» [1, С.140]. В то же время происходит и обратный процесс: переход на основе конкретного осуществления к более высоким уровням развития абстрактного знания.

Мы считаем алгоритмизацию классической формой минимизации математического знания. Минимизация проявляется в тех функциях, кото-

рые алгоритмизация выполняет в научном познании, и неразрывно связана с уплотнением научного знания. Эти функции таковы: 1) *аккумулирующая* - накапливает знание об определенном процессе, явлении действительности; 2) *систематизирующая* - разделяет добытое знание на элементы; 3) *семантическая* - выражает соотношение между элементами математического знания; 4) *логическая* - выделяет логическую структуру алгоритмизируемой теории, отделяет наиболее существенное с содержательной стороны (содержательность их определяется интерпретацией); 5) *оперативная* - по определенной «стратагеме действия» (К.Маркс) ищется искомый результат; 6) *эвристическая* - конструирует новое знание. Эвристическая функция проявляется в алгоритмизации специфически. Поиск нового знания нельзя алгоритмизировать - это творческий процесс. И никто не может указать конкретные пути, ведущие к новому знанию, так как алгоритмический метод применяется к уже добытому, известному знанию. Однако «алгоритмизация и минимизация являются средством, с помощью которого «человеческое мышление «освобождает» себя для выполнения действительно творческой деятельности» [1. С.153], т.е. алгоритмизация является необходимым техническим условием для творчества. С содержательной стороны стратагемой поисковой, исследовательской деятельности выступает диалектическая логика благодаря своей методологической функции [3. С.9].

Абстрактные объекты математики вступают в определенные отношения. Эти отношения могут быть как постоянными, так и переменными. Применение уравнений математики способствует более глубокому выявлению отношения логического следования между элементами теории в обобщенной форме. Уравнения характеризуют проявление минимизации формы знания и уплотнения содержания в математике. Уравнения, в особенности математической физики, фиксируют определенные законы объективной действительности и выражают в символической форме существенные, повторяющиеся, устойчивые связи предметов в процессах и явлениях. Хотя уравнение представляет в символической форме абстрактные объекты математики и фиксирует прежде всего их логические свойства, тем не менее в конечном счете в уравнении выражены отношения между материальными предметами и их свойствами. Форма выражения закономерности в уравнении имеет уплотненный, но «застывший» характер (как совокупность знаковых символических объектов), однако по отражаемому объекту уравнение динамично.

Алгоритм гарантирует достижение искомого результата не одним уравнением и одной задачей, а целым классом уравнений и задач. Уравнение включает в свой состав только два вида символов: постоянные и переменные. Постоянные отражают те свойства объектов, которые не изменяются, остаются инвариантными в любых операциях. Ввиду того, что правила, отношения, законы, фиксируемые уравнениями, остаются неизменными

независимо от природы объектов, их индивидуальных свойств, переменные величины, расширяя предметную область исследования, включают в уравнение любые свойства любого объекта из этой предметной области. И, наоборот, изучая свойства отдельного, уравнение фиксирует общее, существенное. Экономия познавательных средств в решении уравнений по определенным алгоритмам и есть характеристика алгоритмизации как классической формы минимизации знания. Нахождение при помощи определенного алгоритма искомого решения, точность поисков в определении неизвестного сужают предметную область и конкретизируют, наполняют содержанием абстрактные символы (это содержание может быть также абстрактным, но на порядок или несколько ниже).

Алгоритмизация играет большую роль в научном познании. «Исследование алгоритмичности, присущей различным этапам человеческой деятельности, представляет несомненный теоретический интерес, поскольку имеет отношение к актуальным философским проблемам: выяснению механизмов продуктивного познания, проблемам интуитивного и дискурсивного, содержательного и формализованного в познании и др.» [4. С.33].

Алгоритмизация тесно связана с аксиоматизацией, так как обе являются формами математизации и в целом - формализации. «Взаимоотношения аксиоматизации и алгоритмизации довольно сложные, - пишет О.И. Кедровский. - Во-первых, они могут относиться к качественно своеобразным областям познавательной деятельности: алгоритмизация - к области исследования, аксиоматизация - к области обоснования. Во-вторых, если и ту и другую соотнести с одной и той же областью (обоснование знаний), то алгоритмизация, с одной стороны, может быть одной из разновидностей аксиоматизации (аксиоматизация как алгоритм), а с другой стороны, алгоритмизация может иметь место без аксиоматизации» [1. С.183].

Мы рассматриваем аксиоматизацию и алгоритмизацию только как разные ветви формализации. Аксиоматизация и алгоритмизация не сводятся друг к другу, а имеют точки соприкосновения. Они тесно связаны между собой на этапе формальной аксиоматики, основным звеном которого является *интерпретация,* представляющая собой насыщение математических символов, формальной системы содержательным знанием.

Алгоритм интерпретации состоит из трех шагов: первый шаг - каждая теория S1 представляет собой объект в определенных терминах. Сохраняя отношения между объектами, заменим эти термины переменными; второй шаг - опять оставляем прежними отношения между конкретными объектами и заменяем переменные постоянными, образующими высказывания новой теории S2 об объектах уже другой предметной области, являющейся моделью по отношению к теории Si; третий шаг - происходит проверка высказываний теории S2 на соответствие аксиомам теории S1. Если они удовлетворяют всем критериям истинности теории S1, то интерпретация теории S1 теорией S2 является истинной. Подставляя в теоремы

одной теории высказывания другой теории, получаем определенное знание об объектах новой предметной области, т.е. теоремы новой теории [6. С.95-96]. Алгоритм интерпретации, предложенный А.К.Сухотиным, является примерам стандартной процедуры минимизации и уплотнения математического знания.

Формализация (и ее формы - символизация, аксиоматизация, алгоритмизация) осуществляется путем построения формализованных языков, являющихся важным теоретическим инструментом уточнения понятий науки, знаний об объектах, выраженных этими понятиями. Исчисление является формальной системой, построенной средствами формализованного языка. В качестве способов построения исчисления или других формальных систем указывается специальная система правил, своего рода алгоритм. В этом отличие формализованного языка от естественного, где алгоритмичность мышления невозможна из-за неоднозначности естественного языка, его многозначности, эмоциональной окраски и других причин. Формализованный язык выявляет сущность отражаемого объекта в наиболее абстрактной форме, отвлекаясь от всего несущественного и оставляя самое существенное для требуемого аспекта. Концентрация знания в виде формализованного языка имеет место благодаря построению специфической системы этого языка и его синтаксиса.

Формализация носит универсальный характер по широте своей применимости, по силе методов проникновения вглубь научного исследования, служит эвристическим средством научного творчества.

Операции над математическими объектами по определенным правилам приводят к построению новых объектов более высокой степени абстракции, познавательная ценность которых обнаруживается лишь после обращения к содержательному отражению свойств реального объекта. Однако довольно часто случается и так, что нельзя найти аналог полученному абстрактному объекту в действительности в период его открытия. Сфера применимости математического объекта обнаруживается лишь через ряд опосредствующих звеньев, ведущих от создания теории к ее последующему практическому приложению. Но формализация имеет границы применения. Некоторая конкретная область более простой логической структуры может быть формализована. Однако эта формализация характеризует данный объект только с какой-то одной определенной стороны. Сохраняются срезы объекта, не поддающиеся формализации. В таком случае ищутся новые способы и средства формализации. Несоответствие между формой и содержанием является источником развития науки и ее логических средств.

Выводы. Названные основные логические и собственно математические средства, методы построения абстрактных объектов математики играют важную роль в уплотнении и минимизации научного знания. Уплотнение как выделение инвариантов свойств или отношений объекта представляет

собой познавательный процесс, а минимизация сокращает количество знаков фиксации содержания путем введения новых терминов или символов более широкой общности и абстрактности.

Математическое знание отражает определенные предметные формы практической деятельности в символической, идеализированной, аксиоматизированной или алгоритмической формах. Аксиоматизация и алгоритмизация опираются при этом на минимальное число исходных данных, выражающих фундаментальные понятия, принципы, а они, в свою очередь, характеризуют свертываемость математического знания, компактность символического выражения, высокую эффективность обобщения и достижения результатов, наибольшую экономность логических средств, их простоту, наглядность, легкость в обращении и т.д.

Поэтому символизация, аксиоматизация и алгоритмизация - формы минимизации знаковых средств выражений математического знания.

Свертываемость научной информации математическими средствами, повышение емкости знания благодаря проникновению математических методов в различные области научных исследований подчеркивают доказательность, убедительность и важность значения математики в уплотнении научного знания. Уплотняющая функция логических и математических методов построения математической теории наиболее эффективна ввиду высокой кумулятивности самой математики. В свою очередь функционирование логических средств образования математических объектов означает как преумножение и уплотнение научного знания, так и развитие самих логических средств. Так благодаря внутренним факторам происходит непрерывное развитие математики и повышение ее роли в развитии науки.

Библиографический список

1. Кедровский О.М. Методологические проблемы развития математического познания. - Киев, 1977. - 230 с.

2. Сухотин А.К. Пути повышения емкости знания. Абстракция конструктивизации действительности // Методологические вопросы естествознания. - Томск, 1970. - С. 43-54.

3. Режабек Е.Я. Научный поиск и его этапы. - Ростов н/Д, 1972. - 176 с.

4. Чупина Г.А. Алгоритмичность как проявление активности отражения. - Свердловск, 1976. Вып. 7. - С. 28-33.

5. Сухотин А.К. Философия в математическом познании. – Томск, 1968. - 204 с.

Материал поступил в редакцию 03.07.06.

S.I. MASALOVA

ALGORITHMIZATION AS A CLASSICAL FORM OF MATHEMATICAL KNOWLEDGE MINIMIZATION

The article provides the analysis of algorithmization as one of the forms of formalization used as a logical and epistemological means to construct abstract mathematical objects in terms of classical rationality. Mathematical theorized knowledge is considered in the article as an object of consolidation and minimization principles application for dialectical and methodological analysis of its form and content. Algorithmization is presented as a form of mathematical knowledge minimization in the process of its consolidation.

МАСАЛОВА Светлана Ивановна, доцент кафедры философии, теологии и культурологии (1987) Ростовского государственного педагогического университета. Окончила математический факультет РГПУ по специальности «Математика» (1968) и аспирантуру РГПУ по специальностям «Философия» и «Философия науки» (1971).
Автор 33 печатных работ по проблемам эпистемологии, философии науки (математики, физики), семиотики, истории религии, религиоведению и др.